

さつまいもの調理においてミョウバンを用いることの効果について

河村フジ子 中島茂代

Effect of Burnt Alum Used for Cooking on the Sweet Potato

Fujiko Kawamura, Shigeyo Nakajima

〔内容抄録〕 さつまいもの調理にミョウバンを用いることの効果について検討した結果、次のことがわかった。すなわち、

- 1) 生いもをミョウバン水でゆでると、水ゆでの場合よりゆで汁中のポリフェノールは減少し、Ca、Fe、糖、ホルモール態窒素は増加する。いもは明るい黄色を呈し、表面が硬くなるが食塩は浸透しやすくなる。
- 2) 官能検査の結果、0.3%ミョウバン水ゆでいもは色と硬さにおいて水ゆでとの間に有意差が認められた。
- 3) いもの両端と皮下にはポリフェノールが多量に存在する。
- 4) 金時いもは、ミョウバン水ゆでの効果が他の品種より顕著である。
- 5) 生いもをミョウバン水に浸漬する場合は30分位がよい。長時間浸漬して水ゆでした場合、色には大差はみられないが、硬さは次第に増加して煮えにくくなる。

I 結 言

一般に、きんとんやさつまいもの甘煮等を作る場合、皮をむいたさつまいもを輪切りにしてミョウバン水でゆでるか、ミョウバン水に浸漬した後ゆでて用いる場合が多い。調理書ではこの目的は主として「あくぬき」のためと記してあるが実際にミョウバン水処理いもの特性について、実験値を明示して検討したものは少ないように思う。そこで著者らは、さつまいもをミョウバン水で予備加熱をした場合のいもの色、硬さと成分の変化及び調味料の浸透量について実験し、次いで官能検査を行って特に調理上問題となる色について、いもの部位、皮のむき方、品種による違いについて検討し、次いで生いもをミョウバン水に浸漬後加熱した場合の色と硬さの経時的変化をみて、さつまいもの加熱調理においてミョウバン水を用いることの効果とその用法を明らかにしたので報告する。

II 実 験 方 法

1. 試 料

いもの品種による色の違いをみたもの以外の実験に用いたさつまいもは、静岡産の高系14号種で、厚さ1cmの輪切りにして均等分割して試料間の誤差を少なくし、ビーカーに入れ直ちにいもの重量の5倍のゆで水を加えて600wの電熱器で加熱し、98℃で3分ゆでてざるにとり、ゆでいもの一部は

5倍の水を加えて、日立VA-853型ミキサー(10,000r.p.m.)で1分間摩擦して遠心分離(3,000r.p.m. 10分)して上澄液を成分定量用試料とし、他は室温まで放冷して色と硬さの測定用試料とし、ゆで汁はそのまま試料とした。なお用いた水はすべて蒸留水とした。

2. 色の測定

日本電色工業のカラースタジオCS-K5型を用いて、ゆでいもは投光パイプ、試料台ともに10 ϕ のものを用いて、UCS系-L, a, b値で表面色を測定し、対照との色差(ΔE)を $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ により算出した。摩擦いもはゆでいもに生いもに対して2倍の水を加えてホモジナイザーで1分摩擦して高さ13mmの円形セルに入れて投光パイプ30 ϕ で同様に表面色を測定した。生いも汁は生いもに5倍の水を加えてミキサーで1分間摩擦して東洋汙紙No.2で汙過したものを30分放置した後、厚さ10mmの角セルを用いて、UCS系-L, a, b値で透過色を測定した。

3. 硬さの測定

飯尾電機レオロメーターRMT-1300型を用いて、運動速度12cycle/min, チャート速度1500mm/min, 感度5vまたは2.5v, 運動回数1回, 試料の高さ10mm, クリアランス3mmとなるように設定して、13 ϕ の感圧軸が試料を破断する時の荷重(g)をもって硬さとした。

4. pHの測定

東亜電波工業のpHメーターHM-5型を用いた。

5. 全ポリフェノールの定量

酸化を防ぐため、調製直後の試料について、レーベンタール氏ゼラチン法¹⁾により求めた値を全ポリフェノール量とした。すなわち、試料1mlにインジゴカルミン溶液(インジゴカルミン6gと濃硫酸50mlを水にとかして1 ℓ とする)2.5ml及び水75mlを加え、0.1N-過マンガン酸カリウム溶液で滴定し、黄金色となる点を終点とする。別に試料10mlにゼラチン液(ゼラチン25gを飽和食塩水に溶かして1 ℓ とする)5mlと酸性食塩水(飽和食塩水975mlに濃硫酸25mlを加える)10mlとカオリン1gを加え数分間強く振盪した後汙過し、汙液2.5mlについて同様に過マンガン酸カリウム溶液で滴定し、両滴定値の差より全ポリフェノール量を求めた。(0.1N-過マンガン酸カリウム1mlはガロタニン4.16mgに相当する)

6. 鉄の定量

トリクロル酢酸で除タンパクを行った試料10mlについて、オルトフェナントロリン比色法²⁾により定量した。全鉄量は生いもを灰化して塩酸で溶解したものを試料とした。

7. カルシウムの定量

トリクロル酢酸で除タンパクを行った試料5mlについて、キレート滴定法³⁾により定量した。

8. 糖の定量

トリクロル酢酸で除タンパクを行った試料に25%塩酸を加えて65 \pm 1 $^{\circ}$ Cで15分間加温し、冷却後中和したものについて、レイン・エイノン法⁴⁾により定量し、グルコース量で示した。

9. ホルモール態窒素の定量

ホルモール滴定法⁵⁾により定量した。滴定の終点はpHメーターでpH8.5とした。

10. 調味料の定量

ゆでいもに3倍の水を加えて表面を洗い生いもの重量の3倍の調味液(食塩2%, 砂糖10%の水溶液)を加えて98 $^{\circ}$ Cで3分間加熱後ざるにとり、生いもの3倍の水をかけて洗った後、生いもの5倍の水を加えてミキサー(10,000r.p.m.)で1分間摩擦して遠心分離(3,000r.p.m.15分間)した上澄液につて簡易食塩定量法⁶⁾により食塩を定量し、前述の糖の定量法に従って砂糖量を定量した。

いずれも調味料無添加の場合の定量値をさしひいて算出した。

11. ゆでいもの組織の観察

ゆでたいものを3mm×5mmに切り、10%ホルマリン緩衝液で固定後、常法によりアルコールで脱水透徹、パラフィン浸透、パラフィン包埋を行ない、厚さ10μの切片としてパラフィンを除去してメチレンブルーで染色して顕微鏡で観察した。

Ⅲ 実験結果と考察

1. ミョウバン水ゆでいもの特性とゆで汁の成分

さつまいもは、両端を全長の1/5ずつ除いて皮とり器で薄く皮をむき、1cmの輪切りにしておの3分割して、5倍の水（対照）、0.1%、0.3%の各ミョウバン水で、98℃で3分ゆでて、いもの

色、硬さと成分及びゆで汁のpHと成分を表1に示した。

なおミョウバン水の濃度は、調理書では0.3~0.5%のものが多く、これ以上のものもあるが、予備実験により0.3%以上では色には大差がなく、また官能検査により味覚に影響を及ぼさない濃度として0.3%以下とした。

表1より、ミョウバン水でゆでたいもの表面色は、ミョウバンの濃度が高い程、明度（L）が高くなり、彩度（a）が低下し、色相（b）が高くなって外観では明るい緑色をおびた黄色となり、水煮いもの色差が大きくなる。このゆでいもの色の変化は何に起因するかを知るために、ポリフェノール、鉄、ゆで汁のpHをみた結果、ポリフェノールはいずれも全量の約10%しか存在せず、鉄量は全量の約30%で、ミョウバン水ゆでがわずかに多いことがわかった。一方、ゆで汁中のポリフェノールは水ゆで汁よりミョウバン水ゆで汁の方が少ない。鉄量は全量の約17%で、わずか

表1 ミョウバン水ゆでいもの特性とゆで汁の成分

実験項目		ゆで水	水（対照）	0.1% ミョウバン水	0.3% ミョウバン水
* ゆでいもの	表 面 色 L a b		50.9 -6.7 13.5	54.4 -6.7 14.7	60.1 -7.0 16.4
	色 差 (ΔE)		0	3.6	8.8
	硬 さ (g)		842	1,259	1,708
	ポリフェノール量(mg%)		47.4	47.7	47.4
	鉄 量 (mg%)		0.25	0.28	0.30
	カルシウム量 (mg%)		17.8	13.1	11.8
	糖 量 (%)		3.79	3.48	3.02
** ゆで汁	ホルモール態窒素量(mg%)		30.3	23.9	23.1
	pH		6.32	3.62	3.17
	ポリフェノール量(mg%)		83.2	37.4	20.8
	鉄 量 (mg%)		0.023	0.030	0.032
	カルシウム量 (mg%)		1.6	2.4	2.8
	糖 量 (%)		0.92	0.89	0.86
	ホルモール態窒素量(mg%)		2.5	3.5	3.7

* 各成分は生いも100g当たりの量で示した ** いも：水=1：5

にミョウバン水ゆで汁の方が多いが試料間には大差がない。ゆで汁の pH はミョウバン水ゆでの場合、かなり強い酸性を示す。以上のことから、いもをミョウバン水でゆでると、美しい黄色に煮上げるのは、ゆで汁中に溶出してくるポリフェノールがミョウバンにより沈殿していもの表面に接触するポリフェノールが減少することと、ゆで汁の pH が低下するため、ポリフェノールの酸化やアミノ酸や鉄との作用により生ずる褐変が起りにくいこと及びいもに含まれるフラボン色素がアルミニウムイオンにより黄変することによると考えられる。そこでポリフェノールがミョウバンにより沈殿することを確かめるために、0.3%ミョウバン溶液にタンニン酸を10~200mg%となるように加えて98℃まで加熱して東洋汙紙 No.2 で汙過して、汙液のタンニン酸量を定量したところ、タンニン酸が50mg%以下の場合、ほとんど消失しており、明らかにミョウバンにより沈殿することが確認された。この反応は、ミョウバン溶液にタンニン酸を加えて攪拌するだけでも起り得るので、さつまいもを切ってミョウバン水に浸漬することにより、いもより溶出するポリフェノールがミョウバンにより沈殿していも自体に作用しなくなり美しい色に煮上げるのに効果があると考えられる。

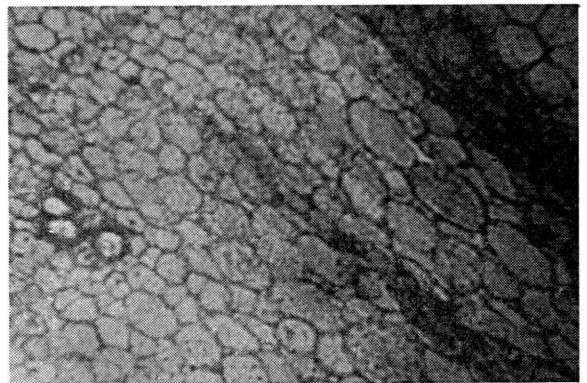
いもの硬さは0.3%ミョウバン水ゆでいもの場合、水ゆでいもの約2倍、0.1%ミョウバン水ゆでいもでも約1.5倍の硬さとなり、甘煮の際には煮くずれを防ぐのに役立つが、うらごしをする場合には、ゆでこぼした後、十分煮る必要があると思われる。ミョウバン水ゆでいもの表面(約3mm厚さ)が硬くなるのは、里いもの場合⁷⁾と同様に、細胞壁のペクチンがミョウバンと結合して不溶性の塩をつくるためと考えられる。

図1は、0.3%ミョウバン水ゆでいもと水ゆでいもの各表面組織の顕微鏡写真であるが、ミョウバン水ゆでいもの場合は、細胞壁の部分が濃厚に染色されている。なお、いもの内部については両者間に差はほとんど認められない。そこでこのようないもの表面に起る細胞壁の変化は調味料の浸透にどのような影響を与えるかを知るために、ゆでいもに生いもの3倍の調味液(食塩2%, 砂糖10%溶液)を加えて98℃で3分加熱して食塩と砂糖量を定量したものが表2である。

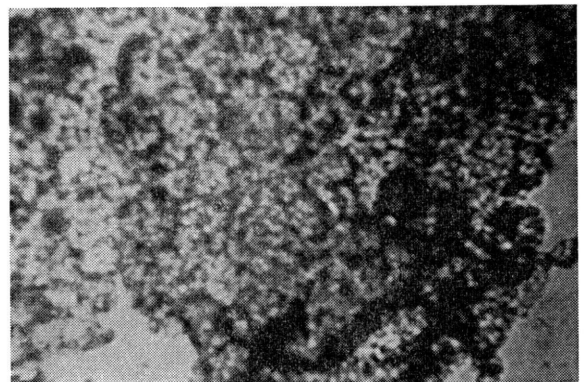
表2より、砂糖量は試料間に差はないが低分子である食塩の浸透量は、里いもの場合⁷⁾と同様にミョウバン水ゆでの方が水ゆでの場合より浸透しやすいことがわかつ

表2 調味料の浸透量の比較

前処理法 実験項目	水 ゆ で	ミョウバン水 ゆ で
食 塩 量 (%)	0.53	0.72
砂 糖 量 (%)	1.37	1.39



水 ゆ で い も



ミョウバン水ゆでいも

図1 ゆでいもの組織

河村：中島：さつまいもの調理においてミョウバンを用いることの効果について

た。次にミョウバン水ゆでいもが味覚に及ぼす影響をみるためにカルシウム、糖、ホルモール態窒素量をみた。表3より、ミョウバン水ゆでいものカルシウムは水ゆでいもより少なく、ゆで汁中への溶出量が多いことがわかる。これは、ミョウバンによる細胞壁の変化によるためと思われる。一般にミョウバン水ゆでの目的の1つとして“あくぬき”があげられるのは、ポリフェノールを消失させることの他に無機塩類を除去することも含まれるといえる。糖量をみると、ゆでいも、ゆで汁ともにミョウバン水ゆでの方が水ゆでの場合より少ない。これはミョウバン水ゆでの場合は、ゆで水のpHが低下し、アミラーゼによる糖化が抑制されるためと考えられる。ホルモール態窒素量は、カルシウム量と同じ傾向を示した。表3は薄く皮をむいたミョウバン水ゆでいもの色、味、硬さについて、二点織別試験法により水ゆでいもとの差の有無をみた客能検査の結果である。パネルは本学学生及び調理学研究室員とした。

表3より、色と硬さについては0.3%ミョウバン水ゆでの場合に危険率0.1~1%で有意差が認められ、色は水ゆでの場合より黄色っぽく、硬さは硬いという結果が得られた。味については有意差は認められなかったが、0.3%ミョウバン水ゆでいもは水ゆでいもより水っぽい、甘くない、味がうすい、苦味があるというパネルが多かった。0.1%ミョウバン水ゆでは、いずれも水ゆでとの間に有意差は認められなかったので以下の実験では0.3%ミョウバン水を用いることにした。

表3 ミョウバン水ゆでいもの官能検査
数字は人数、パネルは19人

ゆで水 水ゆでと比べて	0.1% ミョウバン水	0.3% ミョウバン水
	12	17*
色に差がある	3	12
味に差がある	12	16**
硬さに差がある		

* 危険率0.1%で有意 ** 危険率1%で有意

2. いもの部位によるミョウバン水ゆでいもの色と生いも汁の色及びポリフェノール量の比較

いもの全長を5等分して、茎に接続していた部位を上部、根の方を下部、5等分した中央の部位を中部として薄く皮をむき1cm厚みに切ったいもを0.3%ミョウバン水でゆでたゆでいもと摩砕いも及び生いも汁の透過色とポリフェノールの破壊を少なくするように、熱湯中に生いもを投入して3分加熱してゆでいも中のポリフェノール量をみたものが表4である。

表4 いもの部位によるミョウバン水ゆでいもの色と生いも汁の色及びポリフェノール量の比較

実験項目		部 位		
		上 部	中 部	下 部
ゆでいも	表 面 色 L a b	67.5 -6.3 18.7	56.1 -7.2 14.4	58.4 -7.1 13.8
	色 差* (ΔE)	4.8	3.8	3.7
	ポリフェノール量(mg%)	711	118	829
摩砕いも	表 面 色 L a b	58.0 -6.6 17.3	57.5 -7.0 16.9	55.8 -6.4 15.4
	色 差* (ΔE)	3.6	3.3	3.8
生いも汁	透 過 色** L a b	22.8 1.7 7.3	43.2 1.3 5.4	20.3 1.3 5.4

* 各試料を水ゆでした場合との色差

** 生いも：水=1：5 摩砕後30分放置した場合

表4より、ミョウバン水ゆでいもの上部は、L値、b値ともに他より高く水ゆでとの色差が最も大きい。摩砕すると他と大差がなくなる。これは外観よりみて上部のゆでいもは皮に近い部分はかなり黒ずんでいるが中心に近づく程

白色を示しているためであり、従ってゆでいも自体の色は測定部位によりかなり差がある。生いも汁を放置すると、上部、下部のL, a, b値は中部の場合より低下し、外観では黒ずんできくる。これは、いもの上部、下部には中部よりポリフェノールも多くかつ、ポリフェノラーゼも多いためと考えられる。しかし、ミョウバン水でゆでるとポリフェノールの影響をうけにくく、摩砕いもの色は試料間で大差がなくなり、いずれも水ゆでとの色差は目立つ程度の値となる。従って、さつまいもを色よく煮上げるには、いもの両端を除去するか、ミョウバン水でゆでてポリフェノールの影響をうけにくくするとよいといえる。

3. 皮のむき方によるミョウバン水ゆでいもの色と生いも汁の色及びポリフェノール量の比較

さつまいものポリフェノールは皮下に多いといわれている⁸⁾ので皮つき、薄く皮をむく(皮とり器使用)、厚く皮をむく(表面より約0.5cm位までむく)の三種の場合についてゆでいも、摩砕いもと生いも汁の色と熱湯中に生いもを投入して3分加熱したいものポリフェノール量を比較したものが表5である。なお、いもは両端を全長の1/5ずつ除いて使用した。

表5より、ミョウバン水ゆでいも、摩砕いもともに皮つきの場合より、薄く皮をむく、厚く皮をむくの順によりL値とb値が高くなり、ミョウバン水ゆでの効果が顕著である。これは生いも汁の透過色、ポリフェノール量より、皮つきいもにはポリフェノール、ポリフェノラーゼが多いが皮つきの状態ではゆで水中に溶出しにくいいため、表皮と接する部分が褐変し、ミョウバン水ゆでの効果があらわれにくい。のに対して皮をむくまた皮を厚くむくと表皮、内皮、柔組織が除かれてこれらの成分が減少するし水中に溶出しやす

表5 皮のむき方によるミョウバン水ゆでいもの色と生いも汁の色及びポリフェノール量の比較

実験項目		皮のむき方	皮つき	薄く皮をむく	厚く皮をむく
ゆでいも	表面色 L a b		58.8 -5.4 15.0	61.8 -5.4 16.2	63.7 -5.4 18.9
	色 差*(ΔE)		5.3	9.8	13.4
	ポリフェノール量(mg%)		356	118	0
摩砕いも	表面色 L a c		46.0 -3.1 10.3	49.9 -5.5 11.7	52.0 -6.0 12.4
	色 差*(ΔE)		0.9	2.6	4.7
生いも氷	透過色** L a b		22.5 1.8 5.6	28.5 1.8 7.8	45.5 2.0 12.4

* 各試料を水ゆでした場合との色差

** 生いも：水＝1：5 摩砕後30分放置した場合

いので、一般にさつまいもの調理において皮を厚くむいてミョウバン水で処理する場合は多いのは、色を美しくするために効果的な手法といえる。

4. いもの品種によるミョウバン水ゆでいもの色の比較

以上の実験に使用した高系14号以外のいもについて両端を1/5ずつ除き、薄く皮をむいて0.3%ミョウバン水でゆでたいもの表面色をみたものが表6である。

表6 各種のいもをミョウバン水でゆでた場合の色の比較

実験項目	いもの品種	金時	関東1号	太白
表面色 L a b		68.8 -6.3 18.8	42.9 -3.5 1.6	53.8 -1.6 6.3
色 差*(ΔE)		15.2	4.8	3.4

* 各試料を水ゆでした場合との色差

河村：中島：さつまいもの調理においてミョウバンを用いることの効果について

表6より、ミョウバン水ゆで金時いもは他のいもよりL値、b値が高く、a値が低い。従って明るい緑色をおびた黄色を呈し、水ゆでいもとの色差が他のいもより顕著である。

5. 生いもをミョウバン水に浸漬することの効果

いもの両端を1/5ずつ除き、薄く皮をむいて切り、いもの5倍の0.3%ミョウバン水と水にそれぞれ30分、5時間浸漬したいもをざるにあげて水を切り、5倍の水を加えて98℃で3分間加熱した場合のいもの色と硬さを表7に示した。なお対照として浸漬0分で5倍の0.3%ミョウバン水と水で98℃で3分加熱したものを表中に示した。

表7 さつまいもをミョウバン水に浸漬後加熱した場合のゆでいもの色と硬さ

実験項目	浸漬水	水 (対 照)			0.3% ミョウバン		
		水	30分	5時間	0	30分	5時間
	ゆで汁	水	水	水	0.3% ミョウバン水	水	水
表 面 色	L a b	45.6 -3.9 16.7	55.4 -4.6 17.7	55.7 -4.8 20.3	56.2 -4.8 17.7	61.9 -5.4 21.8	59.0 -4.8 22.3
硬 さ (g)		908	408	1,212	1,920	1,536	2,220

表7より、切ったいもをミョウバン水ですぐにゆでるより30分間ミョウバン水に浸漬して水ゆでした方が明度(L)、色相(b)が高くて美しい黄色に煮上がるとともによりやわらかくなる。この傾向は水煮の場合も同じである。しかし5時間浸漬すると、色は30分浸漬したものと大差はないが、ゆでいもは硬くなる。水ゆでの場合は5時間浸漬したものは、30分浸漬したものより黄色味が強くなるがやはりゆでいもの硬さは増す。これは、いわゆる冠水いもにみられるように、長く水またはミョウバン水につけると、原形質膜が半透性や選択性を失い、細胞液中のカルシウム、マグネシウムが細胞壁のプロトペクチンと結合して加熱しても可溶化しないために硬さを増すと考えられる。従って調理書には切った生いもを4～5時間または一夜ミョウバン水につけると記したのものもあるが、ゆでいもの色を美しくかつやわらかく煮上げるには浸漬時間は30分位がよいといえる。

要 約

さつまいもをミョウバン水で予備加熱をしたり、ミョウバン水に浸漬することによって起るゆでいもの特性をみた結果を要約すると次のようになる。

- 1) いもをミョウバン水でゆでると、ゆで水中に溶出してくるポリフェノールがミョウバンにより沈殿するので明るい緑をおびた黄色となるが表面が硬くなる。またゆでいも中のカルシウム、糖、ホルモール態窒素量はいずれも水ゆでの場合より少なくなる。
- 2) ミョウバン水でゆでたいもは食塩が浸透しやすい。
- 3) 官能検査の結果、0.3%ミョウバン水ゆでいもは、色と硬さにおいて水煮との有意差が認められたが、0.1%ミョウバン水ゆでいもでは水煮との間に有意差は認められなかった。
- 4) いもの上部と下部には中部よりポリフェノールが多いが0.3%ミョウバン水でゆでて摩砕した場合、色には大差がなくなる。
- 5) いもの皮を厚くむくとポリフェノールが減少し、美しい色に煮上る。
- 6) 0.3%ミョウバン水ゆで金時いもの色は、水ゆでとの色差が大きく、他の品種より明るい黄

色の強いゆでいもとなる。

7) 生いもをミョウバン水に浸漬する場合は30分位でよい。長く浸漬すると、ゆでいもはより硬さを増す。

終わりに、本研究にあたり、実験に協力いただいた佐藤理子さんに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 中村敏郎, 木村進, 加藤博通: 食品の変色とその化学, 光琳書院, p. 83 (1972)
- 2) 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之編: 食品分析ハンドブック, 建帛社, p. 271~277 (1973)
- 3) 上野景平: キレート滴定法, 南江堂, p. 224~233 (1967)
- 4) 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治: 全訂食品分析法, 柴田書店, p. 130 (1972)
- 5) 東大農芸化学教室: 実験農芸化学別巻, 朝倉書店, p. 158 (1960)
- 6) 松元文子: 新版調理実験, 柴田書店, p. 198 (1962)
- 7) 河村フジ子, 海老塚あつ: 家政学雑誌, 19, 258 (1968)
- 8) 岩田敬: 食品化学, 養覧堂, p. 154 (1973)